

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 1月16日
Date of Application:

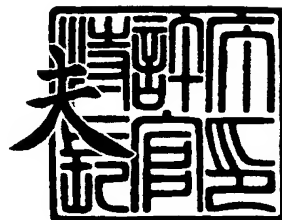
出願番号 特願2003-008766
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2003-008766]

出願人 セイコーエプソン株式会社
Applicant(s):

2003年11月25日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3097228

【書類名】 特許願

【整理番号】 J0094822

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 26/02
G02B 26/06

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 牧垣 奉宏

【特許出願人】

【識別番号】 000002369

【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100079108

【弁理士】

【氏名又は名称】 稲葉 良幸

【選任した代理人】

【識別番号】 100080953

【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 克郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100093861

【弁理士】

【氏名又は名称】 大賀 眞司

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011903

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9808570

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光変調器、表示装置及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

静電力の付与によって揺動する可動反射膜を有する第 1 の基板と、
前記第 1 の基板に対向して配置され、前記可動反射膜に対応する位置に前記静電力を付与する透明電極を形成した光を透過する第 2 の基板と、
前記第 1 の基板及び第 2 の基板によって画定されて前記可動反射膜の揺動範囲を制限する空洞部と、
を備える光変調器。

【請求項 2】

前記可動反射膜の揺動範囲を制限する空洞部が、前記第 2 の基板に設けられた凹部又は溝部と前記第 1 の基板の平坦な面とで構成され、前記第 2 の基板の前記凹部又は溝部の開口部に対応する前記第 1 の基板の部位に前記可動反射膜が形成されている、請求項 1 に記載の光変調器。

【請求項 3】

前記可動反射膜の揺動範囲を制限する空洞部が、前記第 1 の基板に設けられた凹部又は溝部と前記第 2 の基板上の平坦な面とで構成され、前記第 1 の基板の前記凹部又は溝部の面に前記可動反射膜が形成されている、請求項 1 に記載の光変調器。

【請求項 4】

底面に静電力によって揺動する可動反射膜を形成した 1 又は複数の第 1 の溝を一方の面に有する第 1 の基板と、
前記第 1 の基板に対向して配置されて、該対向面に前記第 1 の溝と略直交する方向に延在し、底面に透明電極が形成された 1 又は複数の第 2 の溝を有する透光性の第 2 の基板と、
を含む光変調器。

【請求項 5】

前記可動反射膜が、導電体膜、不純物がドーピングされた半導体膜及び誘電体膜の

いずれか若しくはこれらを組み合わせた積層膜によって形成される、請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の光変調器。

【請求項 6】

前記第 1 の基板が半導体基板によって形成される、請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の光変調器。

【請求項 7】

前記第 1 の基板が一方の極性の半導体基板によって形成され、前記可動反射膜が他方の極性の半導体膜によって形成される、請求項 6 に記載の光変調器。

【請求項 8】

前記半導体基板がシリコン基板である請求項 6 又は 7 に記載の光変調器。

【請求項 9】

前記第 1 の基板と前記第 2 の基板が陽極接合される、請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の光変調器。

【請求項 10】

前記第 2 の基板がホウ珪酸ガラスである、請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の光変調器。

【請求項 11】

前記透明電極の上面に光吸収体が形成される、請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載の光変調器。

【請求項 12】

請求項 1 乃至 11 のいずれかに記載の光変調器を含んで形成される表示装置。

【請求項 13】

静電力の付与によって揺動する可動反射膜を有する第 1 の基板を形成する第 1 の基板形成工程と、

前記静電力を付与するための透明電極を含む第 2 の基板を形成する第 2 の基板形成工程と、

前記可動反射膜と前記透明電極とが互いに対向するように相互の位置を合わせて前記第 1 及び第 2 の基板を接合する接合工程と、

を備える、光変調器の製造方法。

【請求項 14】

前記第 1 の基板形成工程は、

半導体基板の一面側の前記可動反射膜が形成されるべき領域に不純物をドーピングしてエッチング阻止膜を形成する工程と、

前記半導体基板の他面側から前記エッチング阻止膜まで前記半導体基板のエッチングを行って前記エッチング阻止膜を揺動可能として可動反射膜を形成する工程と、

を含む請求項 13 に記載の光変調器の製造方法。

【請求項 15】

更に、前記エッチング阻止膜に絶縁膜を形成する工程を含む請求項 14 に記載の光変調器の製造方法。

【請求項 16】

前記第 2 の基板の形成工程は、

透明基板を前記第 1 の基板の可動反射膜の配置に対応してパターニングして凹部又は溝部を形成する工程と、

前記透明基板の凹部又は溝部内に透明電極膜を形成する工程と、

前記透明基板の凹部又は溝部内の透明電極膜上に、入射する光を一定の条件下で吸収するための吸収体膜を形成する工程と、

を含む請求項 13 に記載の光変調器の製造方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、静止画や動画の表示、その他の各種表示に使用可能な光変調器に関し、特に、干渉性光変調を使用した光変調器、表示装置の改良及びこれらの製造方法に関する。

【0002】**【従来の技術】**

光変調器は、光学系における光の透過率、屈折率、反射率、偏向度、干渉性等の光学的パラメータを変調信号に応じて変化させて通過光に所要の光強度や色等

を生ぜしめる。

【0003】

例えば、光の干渉を利用した光変調器は、変調信号によって位置が微小変化する反射膜を使用して光経路を異にする2つの光波を重畳し、両波の干渉を利用して光の強度や色を変化させている。このような干渉型の光変調器では、反射膜を微小距離離間した2つの位置間で正確に揺動させる機構が必要となる。

【0004】

例えば、特許文献1によって記載されている光変調器は、半導体プロセス技術を用いて基板上への成膜、パターニング等の工程を繰り返して、基板に反射膜、誘導吸収体等を形成し、反射膜が離間位置と誘導吸収体密着位置とに変化する構造を得ている。

【0005】

【特許文献1】

特表2000-500245号公報

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、干渉型光変調器の製造工程は、一の基板上で各種機能膜の成膜、エッチバック、パターニング等を繰り返すので製造工程が複雑となって製造時間も掛かり、製造コストが高くなる。また、反射膜の揺動可能回数が実質的に光変調器の寿命を決定するので、より信頼性の高い反射膜を形成することが望ましい。

【0006】

よって、本発明は、製造工程がより簡単な光変調器を提供することを目的とする。

【0007】

また、本発明は、より信頼性の高い反射膜を備える光変調器を提供することを目的とする。

【0008】

また、本発明は、反射膜の揺動範囲を正確に定めることを可能とする光変調器を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため本発明の光変調器は、静電力の付与により揺動する可動反射膜を有する第1の基板と、上記第1の基板に対向して配置され、上記可動反射膜に対応する位置に上記静電力を付与する透明電極を形成した光を透過する第2の基板と、上記第1の基板及び第2の基板によって画定されて上記可動反射膜の揺動範囲を制限する空洞部と、を備える。

【0010】

かかる構成によれば、第1の基板と第2の基板によって可動反射膜の揺動範囲を制限する空洞部を形成するので、精度良く空洞部を画定することができ、可動反射膜の揺動位置（範囲）を正確に設定して色発現を改善することが可能となる。また、基板の一部で可動反射膜を形成すると、成膜によって可動反射膜を形成した場合よりも耐久性のある反射膜を得ることが可能となり、より信頼性の高い反射膜を有する光変調器の提供が可能となる。

【0011】

上記可動反射膜の揺動範囲を制限する空洞部は、上記第2の基板に設けられた凹部又は溝部と上記第1の基板の平坦な面とで構成され、上記第2の基板の上記凹部又は溝部の開口部に対応する上記第1の基板の部位に上記可動反射膜が形成されていてもよい。

【0012】

また、上記可動反射膜の揺動範囲を制限する空洞部は、上記第1の基板に設けられた凹部又は溝部と上記第2の基板上の平坦な面とで構成され、上記第1の基板の上記凹部又は溝部の面に上記可動反射膜が形成されていてもよい。

【0013】

さらに、上記可動反射膜の揺動範囲を制限する空洞部は、上記第1の基板に設けられた凹部又は溝部と上記第2の基板に設けられた凹部又は溝部により構成され、上記第1の基板の上記凹部内の面が可動反射膜であってもよい。

【0014】

また、本発明の光変調器は、底面に静電力によって揺動する可動反射膜を形成

した1又は複数の第1の溝を一方の面に有する第1の基板と、上記第1の基板に対向して配置されて、該対向面に前記第1の溝と略直交する方向に延在し、底面に透明電極が形成された1又は複数の第2の溝を有する透光性の第2の基板とを備えている。

【0015】

かかる構成によれば、第1の基板と第2の基板に形成された溝によって可動反射膜の揺動範囲を制限する空洞部を形成するので、精度良く空洞部を画定することができ、可動反射膜の揺動位置を正確に設定して色発現を改善することが可能となる。また、さらに、複数の第1の溝と第2溝を設けることで第1の溝と第2の溝が交差する各交点に画素を形成することとができるため、色の発現が改善された複数の画素を簡易な方法で同時に形成することが可能となる。

【0016】

上述した可動反射膜は、導電体膜、不純物がドーピングされた半導体膜及び誘電体膜のいずれか若しくはこれらを組み合わせた積層膜によって形成されていてもよい。それにより所要の特性の可動反射膜を得ることが可能となる。

【0017】

上述した第1の基板は半導体基板によって形成することができる。また、上述した可動反射膜をこの半導体基板の一部を使用して形成することが可能である。半導体基板を用いることにより、半導体製造プロセスを使用でき、また、加工容易性、耐久性を向上させることが可能となる。特に、単結晶シリコン基板を使用した場合には、高品質の可動反射膜が得られ、長寿命の変調器を構成することが可能となって具合がよい。

【0018】

上記第1の基板を一方の極性の半導体基板によって形成し、上記可動反射膜を他方の極性の半導体膜によって形成することが可能である。

【0019】

上記構成によれば、第1の基板と可動反射膜との間でPN接合を形成することができるので、基板と可動反射膜を絶縁することができる。これにより、可動反射膜に電圧を印加した場合にも、可動反射膜以外の部分へ影響を与えることなく

、複数の可動反射膜を独立に駆動することが可能となる。

【0020】

上記第1の基板と前記第2の基板は陽極接合されていることが好ましい。それにより、接着剤等を用いずに接合することができる。接着層の厚みによる空洞部の高さの変動を考慮しなくてもよいので、空洞部の高さをより精度良く調整することが可能となる利点がある。

【0021】

上記第2の基板は、例えばホウ珪酸ガラスであることが好ましい。ホウ珪酸ガラスは、アルカリイオンを多く含み、陽極接合に好適であるだけでなく、熱膨張係数がシリコン基板とほぼ一致するため、基板の接合面における歪みが少なく、確実に接合させることが可能となる。

【0022】

上記透明電極の上面に、光吸収体が形成されていることが好ましい。光吸収体に可動反射膜が密着すると、第1の基板を通り入射する光及び可動反射膜から反射する光のうち、光吸収体特有の波長の光が吸収・減衰され、これにより低輝度状態を形成するとともに、色調を調整することが可能となる。

【0023】

本発明の表示装置は、上記光変調器を表示部として含んで形成されることを特徴としている。本発明の表示装置は、上記光変調器を表示部に含んで形成されているので、より高品質な画像を提供することができる。また、製品寿命が向上する。

【0024】

本発明の光変調器の製造方法は、静電力の付与によって揺動する可動反射膜を有する第1の基板を形成する第1の基板形成工程と、上記静電力を付与するための透明電極を含む第2の基板を形成する第2の基板形成工程と、上記可動反射膜と上記透明電極とが互いに対向するように相互の位置を合わせて上記第1及び第2の基板を接合する接合工程と、を備えている。

【0025】

このように、可動反射膜を有する第1の基板と、透明電極を含む第2の基板を

別工程で並行して作製することができるので、製作時間を短縮することが可能となる。また、成膜によらず可動反射膜を作成できるので、簡略な加工工程により光変調装置を製造することが可能となる。

【0026】

また、上記第1の基板形成工程は、半導体基板の一面側の上記可動反射膜が形成されるべき領域に不純物をドーピングしてエッチング阻止膜を形成する工程と、上記半導体基板の他面側から上記エッチング阻止膜まで上記半導体基板のエッチングをし、あるいはパターニングを行って上記エッチング阻止膜を揺動可能として可動反射膜を形成する工程と、を含むことが好ましい。これにより、エッチング阻止膜を可動反射膜として用いることができるので、可動反射膜の厚みを精度よく調整することができ、簡易な方法で製造が可能となる。また、不純物を適宜選択することにより、可動反射膜と第1の基板との間でPN接合を形成して電氣的に絶縁することができるので、第1の基板上に複数の可動反射膜が形成されている場合においても、互いに影響を及ぼすことなく、各々独立に駆動することが可能な光変調器を製造し得る。

【0027】

更に、上記エッチング阻止膜に絶縁膜を形成する工程を含んでもよい。それにより、可動反射膜が駆動電極としての透明電極膜あるいは光吸収体に接触しても短絡が発生することを防止し得る。

【0028】

上記第2の基板の形成工程は、透明基板を上記第1の基板の可動反射膜の配置に対応してパターニングして凹部又は溝部を形成する工程と、上記透明基板の凹部又は溝部内に透明電極膜を形成する工程と、上記透明基板の凹部又は溝部内の透明電極膜上に、入射する光を一定の条件下で吸収するための吸収体膜を形成する工程と、を含むことが好ましい。色の発現の精度を決定する空洞部を、凹部又は溝部により形成するので、成膜により形成する場合よりも、形成精度が高く、より一層、色発現を改善できる。

【0029】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明の実施形態における光変調器を説明するための説明図である。具体的には、図1(a)は、本実施形態における光変調器の構造及び動作機構を説明するための断面図であり、同図(b)及び(c)は、光変調器の他の実施形態を例示するための断面図である。

【0030】

まず、本実施形態における光変調器の構造及び動作機構について、図1(a)を参照しながら説明する。

【0031】

同図に示すように、光変調器は、第1の基板1と第2の基板2とを接合して形成されており、第1の基板1と第2の基板2により画定される空洞部204を有している。この空洞部204内には透明電極203及び光吸収体205が形成される。

【0032】

第1の基板1は、例えば、半導体基板、より具体的には、N型シリコン基板により形成され、この基板の一方の面には凹部又は溝部が形成される。当該凹部又は溝部の底面は、静電力の付与によって揺動する可動反射膜101となっている。なお、第1の基板は、例えばN型シリコン以外の他の半導体基板等によって形成することもできる。シリコン基板を用いる場合には、例えば結晶方位が(110)又は(100)等のものを用いることができ、特に、成形精度の観点からは、(110)のものが使用し易い。特に、光変調器を画像表示装置に用いる場合には、成形精度が向上し得るので、画素密度を上げることが可能となる。

【0033】

可動反射膜101は、例えばP型不純物がドーピングされたシリコン膜等の半導体膜101aと、誘電体膜101bを積層して構成されている。誘電体膜としては、例えばSiO₂、Si₃N₄等を使用可能である。誘電体膜101bをシリコン膜101a上に設けることで、電氣的絶縁を確保してシリコン膜101aと透明電極203間等の絶縁破壊或いはショートを防止する。また、誘電体膜101b上に、さらに、反射率を向上させるために、例えばAg, Au, 又はPt等の金属等を用いた導電体膜が形成されていてもよい。なお、可動反射膜101は、第

2の基板上の透明電極203あるいは光吸収体205と頻繁に接触するものであり機械的動作を行うので、上記膜は、反射率を向上し得るのみでなく、耐久性の高いことも必要である。このような観点からは、単結晶基板、例えばシリコン単結晶基板が好ましい。なお、可動反射膜101の構成は、上記構成に限定されるものではない。例えば導電体膜（金属膜）、不純物がドーピングされた半導体膜及び誘電体膜のいずれか若しくはこれらを組合わせた積層膜によって形成されていてもよい。

【0034】

本実施形態においては、上記のように第1の基板1はN型シリコンから形成されており、シリコン膜101aにはP型不純物がドーピングされているので、両者間にはPN接合が形成されることになる。したがって、シリコン膜101aに電圧をかけた場合に、PN接合に対して逆バイアスとなるようにすれば、シリコン膜101a以外への電流のリークを最小限に抑えることが可能となる。なお、本実施形態では、N型シリコン基板（半導体基板）からなる第1の基板に、P型不純物がドーピングされたシリコン膜が設けられているが、P型シリコン基板からなる第1の基板に、N型不純物がドーピングされたシリコン膜（半導体膜）が設けられたものであってもよい。

【0035】

第2の基板2は、光を透過する透光性材料で形成されている。このような材料としては、例えば、ガラス、プラスチック等の略透明な部材を用いることができる。第2の基板2には、可動反射膜101に対応する位置に凹部又は溝部が形成されており、当該凹部又は溝部の内側の可動反射膜101に対向する位置に、空洞部204による隙間を隔てて、透明電極203を下層とし、光吸収体205をその上層とする二層膜が形成されている。透明電極203としては、例えば、ITO（Indium Tin Oxide）膜等を用いることができる。光吸収体205は、可動反射膜101が密着した場合に反射率を低くし、或いは、光吸収体特有の波長の光を吸収し減衰させる。このような光吸収体205は、例えば、タンゲステン等の金属膜、半導体膜、あるいはこれ等を組合わせた積層膜を含んで形成される。また、光吸収体205は、例えば可動反射膜101と透明電極203との屈折率

の差を調整し得るような膜をさらに含んで形成されていてもよい。

【0036】

次に、上述した光変調器の動作機構について説明する。

【0037】

透明電極 203 と可動反射膜 101 の間に電圧を印加したり、解除（非印加）したりすることにより、可動反射膜 101 は、空洞部の隙間（揺動範囲）を揺動することが可能となる。すなわち、透明電極 203 と可動反射膜 101 に電位差を与えることにより、可動反射膜 101 は、透明電極（対向電極）203 に静電力により引き寄せられて、対向電極 203 と当接し、電位差を解除すると、対向電極 203 と当接していた可動反射膜 101 は、その復元力により元の位置に戻ることになる。

【0038】

ところで、この種の光変調器では、可動反射膜 101 と対向電極 203 は、電位差を付与し解除する度に、当接を繰り返すことになるため、可動反射膜と電極が付着して離れにくくなることが考えられる。しかし、本発明によれば、可動反射膜の周囲は基板に支えられた構造を有しており、基板の固定力を利用して、元の位置に戻ることができる。したがって、可動反射膜の信頼性がより高く、長期使用にも耐え得る。

【0039】

図 1（a）中、画素（素子） P_1 、 P_2 は、各々電圧非印加時と電圧印加時の可動反射膜 101 の位置を示している。

【0040】

同図中の画素 P_1 に示すように、第 1 の基板 1 に形成した可動反射膜 101 と、第 2 の基板 2 上の凹部又は溝部に形成された透明電極 203 は、空洞部 204 の隙間を介して対向している。この空洞部 204 の隙間高さを可視光波長と同程度の値になるように適切に設定すると、第 2 の基板 2 底部外側から入射した入射光 301（例：白色光）は、第 2 の基板 2 表面で反射し、また、空洞部 204 内で反射を繰り返した後に出射する。これらの反射光が互いに干渉し合い、変調されるので、着色光 302 として外部から観察される。なお、ここで、空洞部 20

4の隙間とは、静止した可動反射膜101と第2の基板2の凹部又は溝部に設けられた膜の最上層（本実施形態においては、光吸収体205）との距離を指す。したがって、具体的には、反射光を、例えば青色、緑色、赤色、及び白色光に設定したい場合には、各画素における当該距離を各々、例えば、325nm、435nm、230nm、及び700nm程度に設定することにより、各々の色を発現することが可能となる。当該距離は、空洞部204を構成する第2の基板2に設けられた凹部又は溝部の深さと該凹部又は溝部内に設けられた透明電極203及び光吸収体205等より形成される膜の厚みにより決定される。空洞部204は、基板に設けられた凹部又は溝部の形状によりほぼ決定することができるので、長期使用においても、空洞部の隙間はほぼ変動することなく、また、凹部又は溝部及び透明電極等は単純な工程により精度よく形成することができるので、より精度良く所望の色を発現することが可能となる。

【0041】

また、入射光301は、本発明の目的を達成し得る限り白色光に限られず、目的に応じた光源色を用いることができる。

【0042】

次に、可動反射膜101と透明電極203の間に電圧を印加すると、同図中の画素P₂に示されるように、可動反射膜101は静電力により透明電極203に引き寄せられて当接する。この時、可動反射膜101と透明電極203間の空隙はほぼなくなり、反射光303の干渉状態が変わる。このため、反射光303は、電圧印加前と異なる色の光、例えば、入射光と異なる着色光、あるいは黒色又は白色光等として観察される。このように、可動反射膜101と透明電極203間に電位差を付与することにより、第2の基板2側に出射する光を変調することができる。

【0043】

このように観察される光の色を決定する空洞部204は、第1の基板と第2の基板により画定されていればよく、上記形態に限定されない。

【0044】

例えば、図1（b）或いは（c）に示したように、空洞部204が第1の基板

1 側、或いは第 1 の基板 1 と第 2 の基板 2 との間にまたがって形成されたものであってもよい。さらには、第 1 の基板 1 の両面から、凹部又は溝部を形成して、凹部又は溝部の底面に可動反射膜 101 を形成し、一方の凹部又は溝部を第 2 の基板 2 の平坦な面により塞ぐことにより、空洞部 204 が形成されていてもよい。なお、この場合、第 2 の基板 2 上の第 1 の基板 1 の凹部又は溝部に対応する位置に、透明電極 203 を下層とし、光吸収体 205 を上層とする二層膜が形成される。

【0045】

また、図 1 (c) に示したように、第 1 の基板 1 の両面から、凹部又は溝部を形成して、凹部又は溝部の底面に可動反射膜 101 を形成し、第 2 の基板 2 に設けられた凹部又は溝部の開口部と、第 1 の基板 1 の一方の面の凹部又は溝部の開口部が対向するような位置に、第 1 の基板 1 と第 2 の基板 2 を接合することにより、空洞部 204 が形成されていてもよい。なお、この場合、第 2 の基板に設けられた凹部又は溝部の底面に、透明電極 203 を下層とし、光吸収体 205 を上層とする二層膜を形成することができる。

【0046】

なお、図 1 に示したように、本実施形態では、第 1 の基板 1 又は第 2 の基板 2 に形成した凹部又は溝部の形状は、断面形状が長方形状のものを例示したが、本発明の目的を達成し得る限り、凹部又は溝部の形状は特に限定するものではない。したがって、断面形状（溝部の場合、長手方向に垂直な断面形状）は、長方形状、正方形状、台形状又は U 字状等であってもよい。しかし、可動反射膜の揺動し易さを考慮すると、断面が長方形状、正方形状、台形状になっているものが好ましい。凹部又は溝部内の側面と底面のなす角は、本発明の目的を達成し得る限り特に限定するものではないが、可動反射膜の揺動のし易さ、成形の容易性等を考慮すると、直角又は鈍角を形成していることが好ましい。また、凹部又は溝部が開放端を有していてもよい。具体的には、溝部の一端又は両端が開放端であってもよい。

【0047】

このような光変調器の機構を利用し、光変調器を画素として用いることにより

表示装置を形成し得る。すなわち、本発明の光変調器は、表示装置の画素或いは複数画素として機能するものであってもよい。また、上記実施の形態においては、画素に対応する光変調器について例示したが、複数画素に対応するものであってもよい。具体的には、底面に静電力によって揺動する可動反射膜を形成した1又は複数の第1の溝を一方の面に有する第1の基板と、前記第1の基板に対向して配置されて、該対向面に前記第1の溝と略直交する方向に延在し、底面に透明電極が形成された1又は複数の第2の溝を有する透光性の基板と、を含む光変調器を構成することができる。このように、第1の基板と第2の基板が複数の第1の溝と複数の第2の溝を有することで、各交点を画素として機能し得るので、簡単な構造で精度の良い光変調可能な複数の画素（表示画面）を提供し得る。

【0048】

次に、本発明に係る表示装置について図2及び図3を参照して説明する。

【0049】

図2は、複数の溝を有する光変調器によって形成された本発明の表示装置を説明するための斜視図である。

【0050】

同図に示すように、本実施形態の表示装置は、例えば、N型シリコン単結晶基板からなる第1の基板1と透光性の部材（例えばガラス等）からなる第2の基板2とを備えている。基板1には、その一方の面に、底面に静電力によって揺動する可動反射膜101を形成した複数の第1の溝102が設けられており、また、第2の基板2には、基板1に対向して配置されて、該対向面に溝102と略直交する方向に延在するように、複数の第2の溝202が設けられており、溝202の底面には透明電極203及び光吸収体205（図3参照）が形成されている。

【0051】

複数の溝102と複数の溝202の各交点は、各々画素として機能する。透明電極203は、第2の基板2の端部において外部接続用の配線端子201となっている。これらの画素を各々駆動することで、画像或いは文字等を表示することが可能となる。

【0052】

図3 (a) は、図2のX-X方向における断面図を示す。N型シリコン単結晶からなる第1の基板1に形成された溝102の底部には、可動反射膜101が設けられている。可動反射膜101は、不純物拡散層101aと絶縁膜（誘電体膜）101bによって形成される。不純物拡散層101aには、ボロン等のP型不純物が、隣接する溝102の底部の可動反射膜101に侵入しない程度に拡散されている。P型不純物の不純物拡散層101aとそれ以外の基板部分とでPN接合が形成されている。PN接合によって可動反射膜101に電圧を印加したときに、可動反射膜101から第1の基板1への電流のリークを防止できる。複数の可動反射膜101の電氣的絶縁がなされて各々を独立に駆動することができる。また、可動反射膜101をパターンを適宜になすことによって、図3 (a) に示すように、第2の基板2側に形成した接続端子部（シリコン基板側端子）110に接続している。

【0053】

第1の基板1の底面は、絶縁破壊或いはショートを防止するために、絶縁膜101bにより被覆されている。このような膜101bとしては、例えばシリコン酸化膜（ SiO_2 ）を用いることができる。シリコン基板側端子110とP型不純物拡散部を接続させるため、接続部では誘電体膜101bが一部除去されている。

【0054】

第2の基板2に形成された複数の溝202と対向する第1の基板1の底面との間には、空洞部204が形成される。溝202内には、透明電極203及び光吸収体205が配置されている。第1の基板1の底部と光吸収体205との間には所要の空隙が設置される。

【0055】

第2の基板2の溝の深さは、可動反射膜の揺動範囲を決定するものであり、入射光が第2の基板2の溝と可動反射膜101で構成される空洞部内で反射し干渉して出てくる反射光が、所望の色となるように設定される。具体的には、反射光を、例えば青色、緑色、赤色、及び白色光に設定したい場合には、溝の深さをそれぞれ、例えば、325 nm、435 nm、230 nm、及び700 nm程度と

する。

【0056】

図3 (b) に示すように、第2の基板2に設けられた溝202は、接続端子201側で、外気と遮断するために、封止材206により封止されている。当該封止材206としては、適度な弾力性と絶縁性に優れた材料を用いるのがよい。例えば、エポキシ樹脂等を用いることができる。当該溝202の内部には、空気、窒素等の気体が封入されていてもよい。

【0057】

なお、上記の例においては、第1の基板1としては、N型シリコン単結晶により形成されたものを挙げたが、これに限定されない。例えば、シリコン多結晶基板等の他のシリコン基板、シリコン以外の他の半導体基板、更には絶縁基板を用いてもよい。

【0058】

また、実施例では、第1の基板1として、N型のシリコン単結晶を用い、第1の溝底部において、P型不純物を拡散しているが、第1の基板1にP型シリコン単結晶を用い、第1の溝底部にN型不純物を拡散してもPN接合を形成し得るので、同様の効果を得ることができる。

【0059】

このように上記実施例によれば、半導体基板を用いることにより、一の基板内において可動反射膜と可動反射膜以外の領域との間でPN接合を形成し得るので、可動反射膜にかけた電圧による影響が可動反射膜以外の他の領域に及ぶのを防止することができる。また、可動反射膜とそれ以外の部分を一のシリコン基板で形成することができ、比較的簡略な工程で、導電性膜を有する可動反射膜を備えた第1の基板を製造することができる。さらに、可動反射膜と第1の基板が一体となっているので、強度的にも優れる。

【0060】

図4は、本発明の表示装置の動作機構を説明する図である。

【0061】

図4 (a) は、本発明の表示装置の動作機構を説明するための断面斜視図であ

る。同図に示すように、第1の基板1上の一の可動反射膜101と第2の基板2上の一の透明電極203の間に電圧を印加すると、電圧が印加された可動反射膜101と透明電極203の交差する位置（画素）でのみ可動反射膜101を透明電極203に当接させることができるので、特定の画素のみを独立に駆動することができる。

【0062】

図4（b）は、印加電圧と可動反射膜の変位のヒステリシスを示す図である。同図に示すように、印加電圧Vを V_1 から V_2 、 V_3 に順次増加していくと、当接曲線A-B-Cに示すように可動反射膜101は変位する。すなわち、印加電圧が V_2 を越えて可動反射膜101の弾性力（復元力）よりも静電力が大きくなった時点Bから、可動反射膜101の変位も急激に大きくなる。電圧 V_3 で、可動反射膜101と透明電極203は完全に当接する。これに対し、印加電圧を下げていく場合には、離脱曲線C-D-Aに示すように、当接した電極間に電荷が保持されており、電極間の距離も小さいため静電力の影響が大きく、電圧 V_2 を下回る当接時よりも低い電圧で電極が離れ（D地点）、離脱することになる。このように、可動反射膜101を離脱状態から直ちに当接状態にすることはできないが、当接状態を維持できる電圧を V_2 と設定する。

【0063】

図5は、本発明の表示装置の電氣的等価回路図を示している。電氣的観点からみた可動反射膜101のP型不純物拡散部101aは、N型シリコン基板とP型不純物拡散部との境界にPN接合を形成するため、この部分はダイオードとみなせる。したがって、同一基板内に形成されたP型不純物拡散部101a同士は、逆向きのダイオードを介して接続されるため、相互に絶縁された配線となる。同図中、 S_1 、 S_2 、 S_3 は、シリコン基板1側の端子部110に接続されたP型不純物拡散部101aによる配線端子を示す。 G_1 、 G_2 、 G_3 はガラス基板2側の端子部201に接続された透明電極による配線203の端子を示す。また、透明電極203と当該透明電極203と交差する可動反射膜の不純物拡散部101aは電氣的にはコンデンサとみなせるため、同図中においては、コンデンサCとして示される。

【0064】

図6は、シリコン基板側端子 (S_1 , S_2 , S_3) とガラス基板側端子 (G_1 , G_2 , G_3) にかかる電圧のタイミングを表すタイミングチャートを示す。同図中の S_1 からの配線と G_1 からの配線が交差する点に位置するコンデンサを $C(S_1, G_1)$ として、 S_1 と G_1 間の電位差を図6の (g) に示した。 $C(S_2, G_2)$ 、 $C(S_3, G_2)$ についても同様に、各々同図中の (h)、(i) に示した。

【0065】

図6において、シリコン基板側端子 S_1 , S_2 , S_3 及びガラス基板側端子 G_1 , G_2 , G_3 の初期状態を、いずれも V_2 (電位) とする。この場合には、各コンデンサの端子間電圧は0ボルトとなる。

【0066】

図6の時刻 t_1 においては、 S_1 の電位を V_3 に上げ、 G_1 の電位を0Vに下げているので、コンデンサ $C(S_1, G_1)$ の電位差は V_3 となり、可動反射膜が透明電極に当接されて駆動状態となる。なお、 S_2 , S_3 , G_2 , G_3 の電位は初期状態の V_2 のままであるので、 $C(S_2, G_2)$ 、 $C(S_3, G_2)$ では、電位差0Vのままで駆動されない (非駆動状態)。

【0067】

時刻 t_2 においては、 S_2 の電位を V_3 に上げ、 G_2 の電位を0Vに下げているので、 $C(S_2, G_2)$ は電位差が V_3 となり駆動状態となる。なお、その他の電位は初期状態の V_2 のままであるので、 $C(S_1, G_1)$ は電位差0Vのまま駆動されず、また、 $C(S_3, G_2)$ は電位差が V_2 となるが、当接する電位差 V_3 に達していないため、駆動されない。

【0068】

時刻 t_3 においても同様で、 S_3 を V_3 ボルトとし、 G_2 を0ボルトとすることにより、 $C(S_3, G_2)$ は駆動状態となるが、 $C(S_1, G_1)$ 及び $C(S_2, G_2)$ では非駆動状態のままである。

【0069】

次に、本発明の光変調器の製造方法について、図7乃至図9を参照して説明する。

【0070】

図7は、本発明の光変調器を構成する第1の基板の製造工程を示す工程図であり、図8は、本発明の光変調器を構成する第2の基板の製造工程を示す工程図である。また、図9は、図7及び図8の工程により得られた第1の基板と第2の基板を、第1の基板の底面と第2の基板の溝が形成された面が対向するように張り合わせるにより製造される、本発明の光変調器を示す断面図である。

【0071】

第1の基板の製造工程について図7(a)乃至同(j)に基づき説明する。

【0072】

(a) まず、N型シリコン基板1の溝形成側面11とドープ側面12をそれぞれ鏡面研磨する。

【0073】

(b) 次に、N型シリコン基板1の表面に熱酸化等の処理を用いて酸化膜(SiO_2)13を形成する。具体的には、例えば、N型シリコン基板1を熱酸化炉にセットして、酸素及び水蒸気雰囲気下にて酸化処理を施すことにより、基板表面に所要の膜厚の熱酸化膜13を形成することができる。

【0074】

(c) 可動反射膜(溝の底部)が形成されるべきドープ側面12にレジスト14を塗布し、パターンニングする。それにより、P型不純物を拡散させる部分のレジストを除去し、それ以外の部分をレジストによってマスクする。

【0075】

(d) レジスト14をマスクとして SiO_2 膜(シリコン酸化膜)13をフッ酸水溶液等のエッチング液でエッチングして基板1を露出する。さらにコーティングされたレジスト14を剥離する。

【0076】

(e) SiO_2 膜13をマスクとして基板1のドープ側面12に、P型不純物を拡散させる。例えば、基板1の露出部分に熱拡散させ、ボロン拡散層101aを形成する。ボロン拡散層101aの深さは、概ね可動反射膜の厚さと同程度とし、拡散原子濃度は、 $1 \times 10^{18} \text{atom/cm}^3$ 以上の高濃度拡散とする。

【0077】

(f) その後、基板1からSiO₂膜13を例えばフッ酸水溶液等のエッチング液で除去する。

【0078】

(g) 基板1を再度、熱酸化等によりSiO₂で被覆する。

【0079】

(h) このSiO₂膜13をパターンニングして、溝のエッチングマスクを形成する。

【0080】

(i) マスク13を施した基板1を例えば水酸化カリウム水溶液に浸し、高濃度ボロン拡散層101aをエッチングストッパとしてエッチングを行い、溝102を形成する。

【0081】

(j) その後、マスクとして使用したSiO₂膜をフッ酸水溶液等のエッチング液を用いて除去する。さらに基板のドープ側面12に、熱酸化やCVD法等を用いて所定の膜厚でSiO₂膜101bを形成する。

【0082】

なお、エッチング保護膜としては、SiO₂の代わりに窒化膜、又はAu膜を用いてもよい。Au膜を用いる場合には、Au膜の密着性を高めるため、下地としてCrを用いてもよい。

【0083】

また、上記例においては、エッチングはウェットエッチングを用いたが、これに限定されるものではなく、ドライエッチングを用いてもよい。

【0084】

さらに、上記例では、N型シリコン基板を用いて、溝底部にP型不純物を拡散させた光変調器の製造方法を挙げたが、P型シリコン基板を用いた場合にも同様の方法により、溝底部にN型不純物を拡散させた光変調器を製造することができる。

【0085】

次に、第2の基板の製造工程について図8を参照して説明する。

【0086】

(a) ガラス基板2の上面21に、スパッタリング等の方法でAuを成膜し、パターンニングして溝形成用のマスクを得る。

【0087】

(b) Au膜23を保護膜として、ガラスを例えばフッ酸等でエッチングして、溝202を形成し、残留するAu膜23を除去する。

【0088】

(c) 基板2の上面21に、透明電極膜24（例えば、ITO）を成膜し、フォトリソグラフィーにより溝内に残す部分にレジスト25をパターンニングする。

【0089】

(d) ITO膜を、例えば、塩酸硝酸水溶液を用いてエッチングして、溝202内底部にITOを透明電極203として形成する。

【0090】

(e) 次に、吸収体膜26（例えば、タンゲステン膜）を成膜し、フォトリソグラフィーの手法を用い溝内に残すレジスト25をパターンニングする。

【0091】

(f) 吸収体膜26をCF₄ガスによりドライエッチングして、ITO膜（透明電極203）上の所定の部分に吸収体205を形成する。

【0092】

なお、エッチング保護膜、エッチング液、エッチングガスは、上記例示のものに限定されない。また、ウェットエッチング・ドライエッチングは、各々代替可能である。

【0093】

以上の工程により製造された第1の基板と第2の基板は、図9に示すように位置合わせされて接合される。このような基板の接合方法としては、基板間の空隙の精度の観点から、陽極接合、又は直接接合が好ましく用いられる。ただし、従来公知の接着剤を使用して接合する方法を排除するものではない。

【0094】

陽極接合を行う場合には、上記ガラス基板として、特にホウ珪酸ガラスが好ましく用いられる。ホウ珪酸ガラスは、アルカリイオンを多く含むからである。また、ホウ珪酸ガラスは、熱膨張係数がシリコン基板とほぼ一致するため、基板の接合面における歪みが小さく、確実に接合することができる。

【0095】

なお、上記光変調器の製造方法において、各工程は、本発明の効果を達成し得る限り、代替可能な従来公知の工程と置き換えられてもよい。

【0096】

また、本発明の表示装置についても、上記と同様の工程により行われる。

【0097】

本発明の表示装置は、白黒画像、カラー画像の表示が可能であり、例えば、低消費電力が要求される携帯電話の表示パネル等として好適に用いられる。

【0098】

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1は、本発明の実施形態における光変調器を説明するための図である。

【図2】 図2は、複数の溝を有する光変調器によって形成された本発明の表示装置を説明するための斜視図である。

【図3】 図3は、本発明の表示装置の断面図を示す。

【図4】 図4は、本発明の表示装置の動作機構を説明する図である。

【図5】 図5は、本発明の表示装置の電氣的等価回路図を示す。

【図6】 図6には、シリコン基板側端子（S₁、S₂、S₃）とガラス基板側端子（G₁、G₂、G₃）にかかる電圧のタイミングを表すタイミングチャートを示す。

【図7】 図7は、本発明の光変調器を構成する第1の基板の製造工程を示す工程図である。

【図8】 図8は、本発明の光変調器を構成する第2の基板の製造工程を示す工程図である。

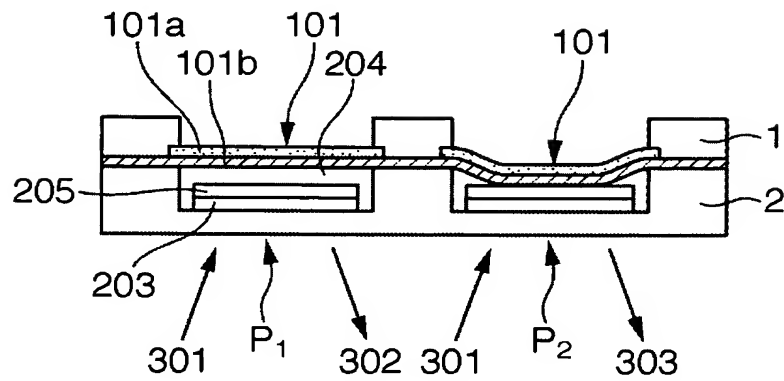
【図9】 図9は、本発明の光変調器を示す断面図である。

【符号の説明】

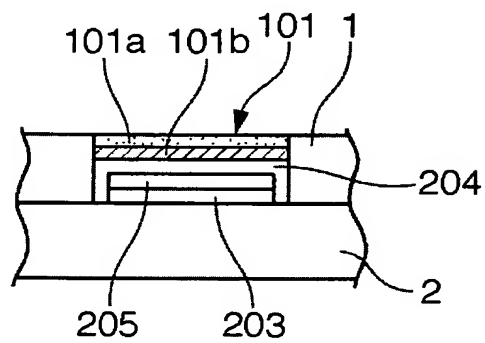
1・・・第1の基板、2・・・第2の基板、101・・・可動反射膜、101a・・・不純物拡散部、101b・・・誘電体膜、102・・・溝、202・・・溝、203・・・透明電極、204・・・空洞、205・・・光吸収体

【書類名】 図面

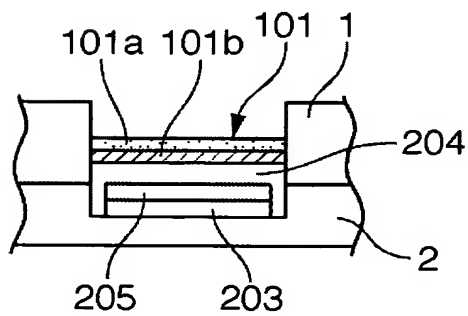
【図 1】



(a)

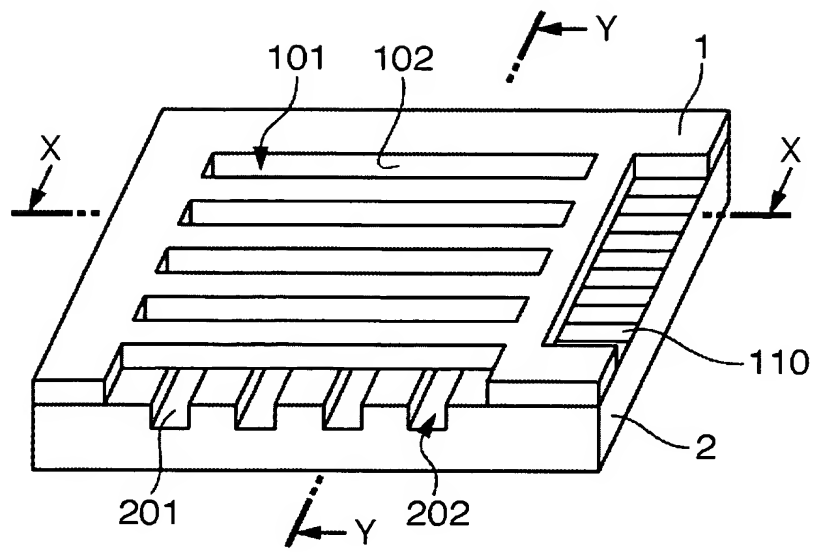


(b)

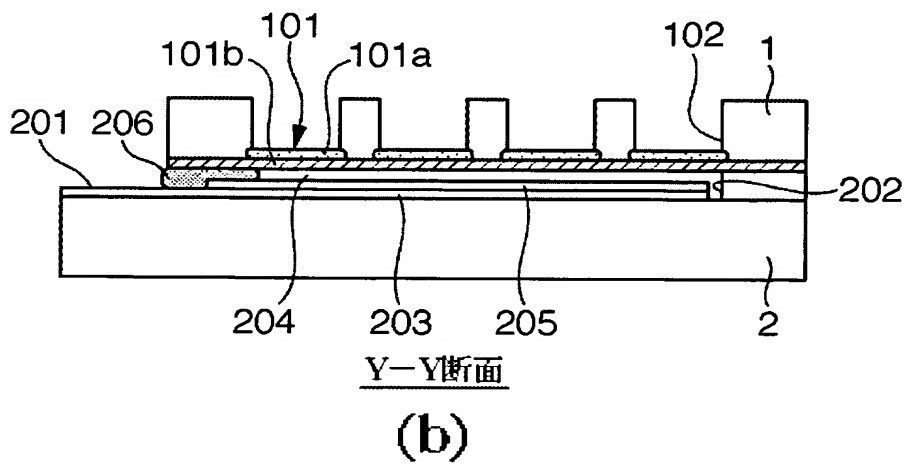
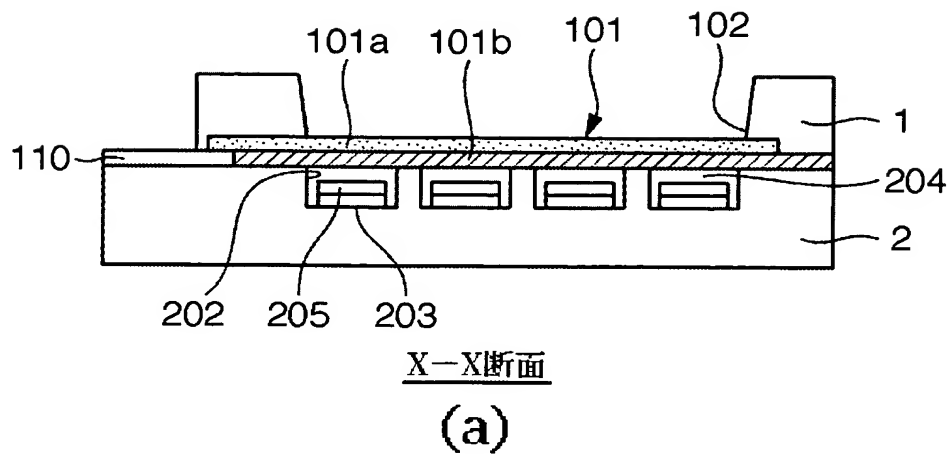


(c)

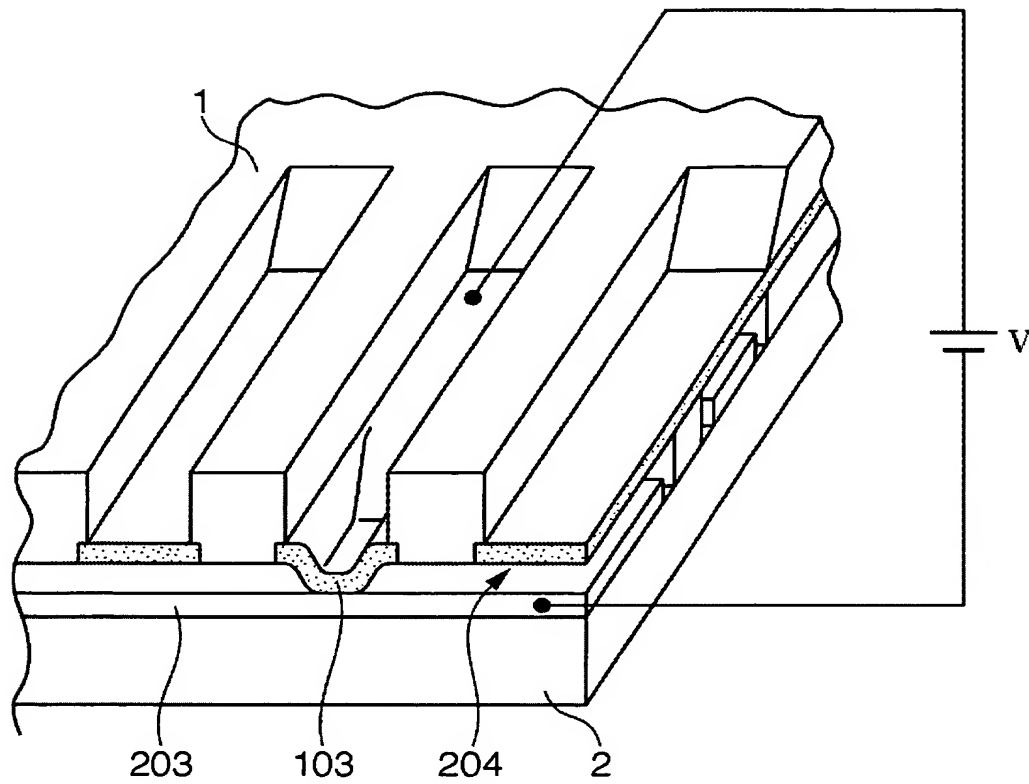
【図 2】



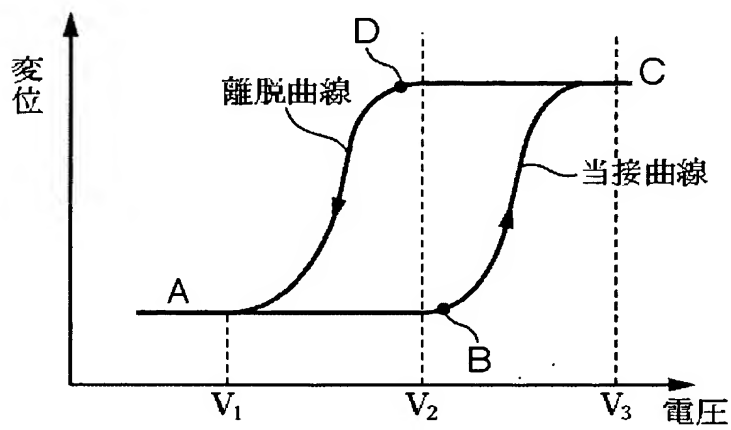
【図 3】



【図 4】

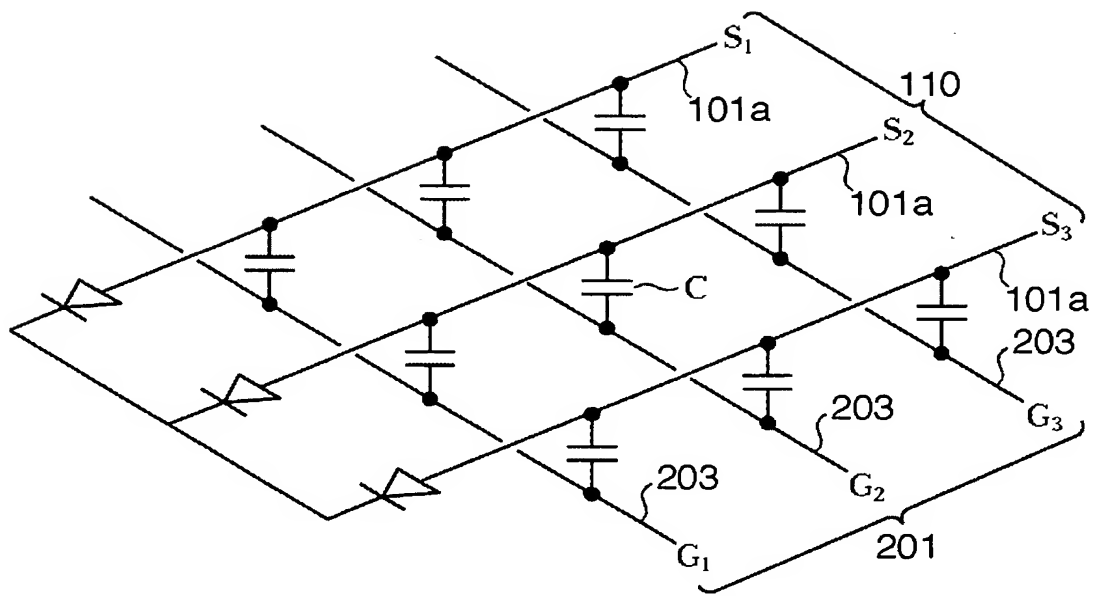


(a)

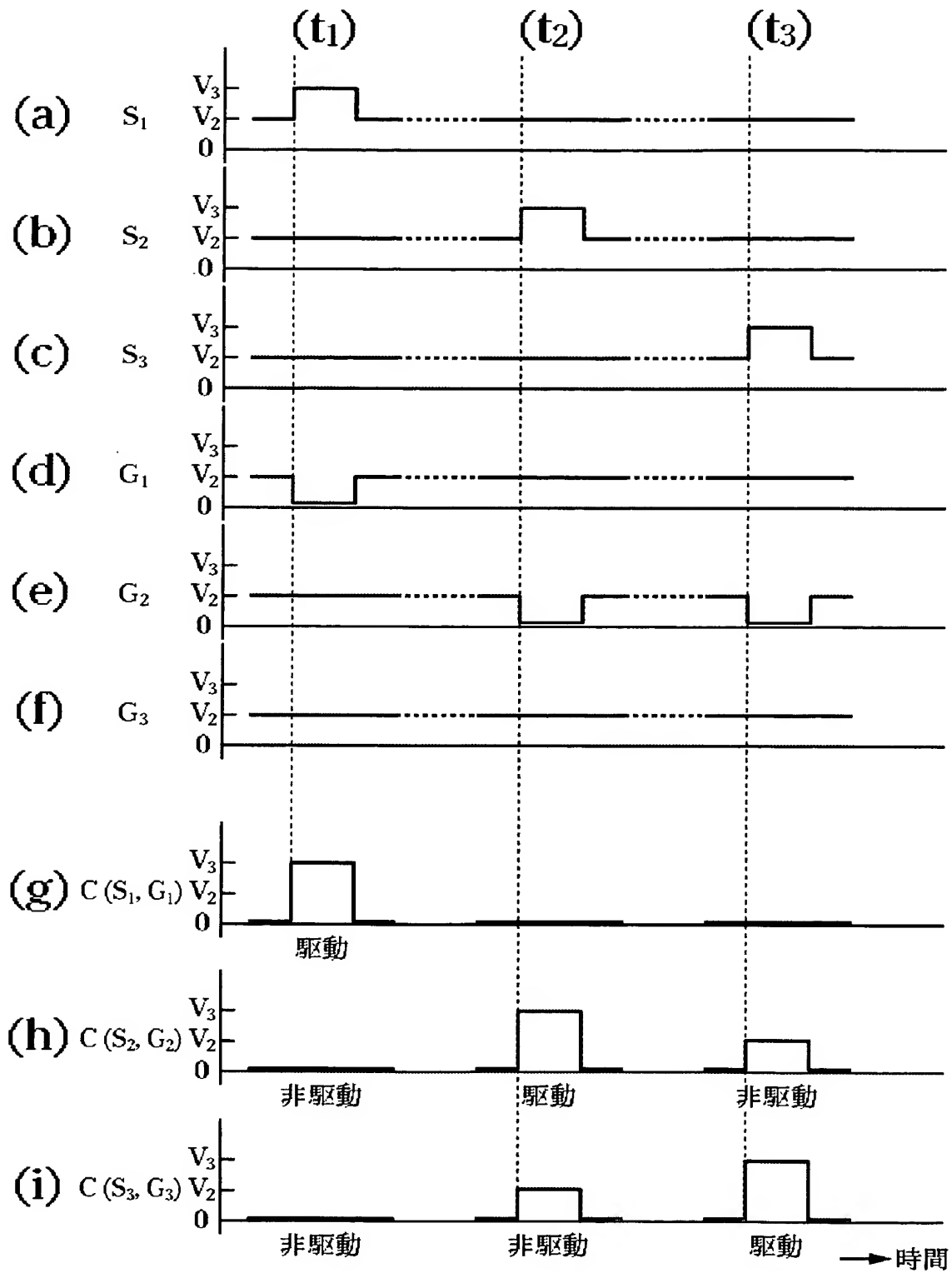


(b)

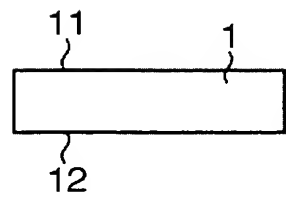
【図 5】



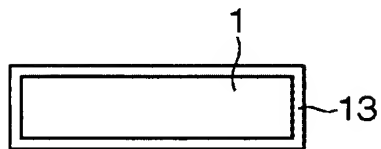
【図 6】



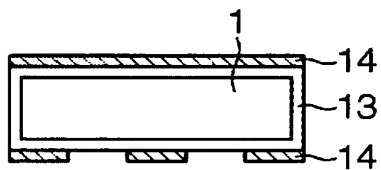
【図 7】



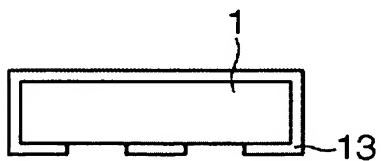
(a)



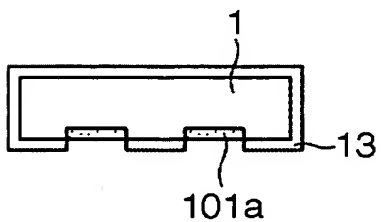
(b)



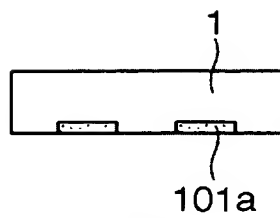
(c)



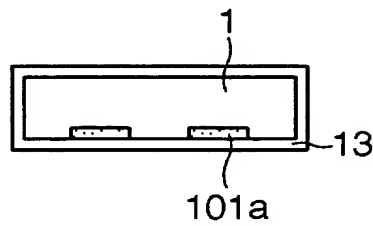
(d)



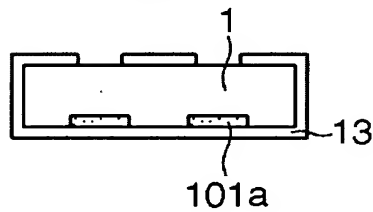
(e)



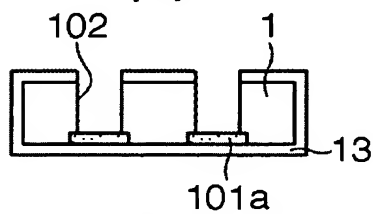
(f)



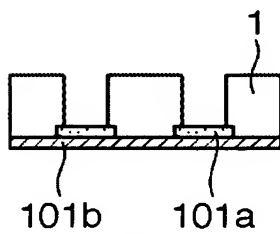
(g)



(h)

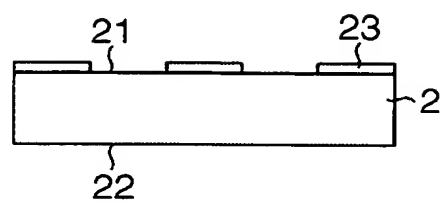


(i)

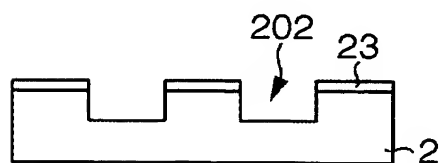


(j)

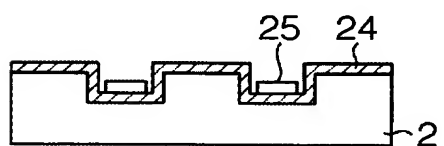
【図 8】



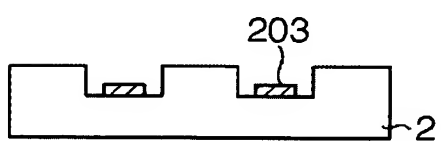
(a)



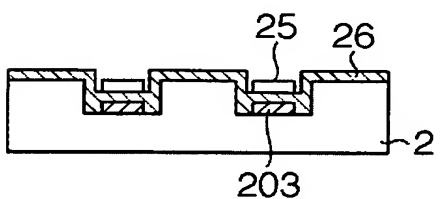
(b)



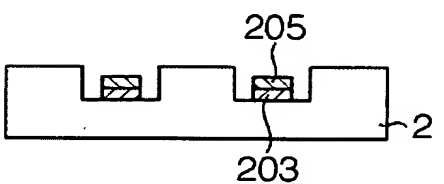
(c)



(d)

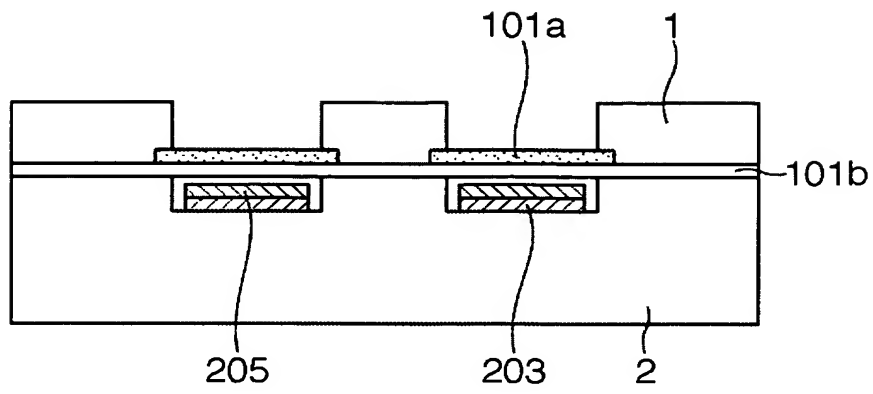


(e)



(f)

【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 耐久性、発色性が良好で、かつ、簡略な工程で製造し得る光変調器、表示装置、及び、これらの製造方法を提供する。

【解決手段】 静電力の付与によって揺動する可動反射膜（1 0 1）を有する第 1 の基板（1）と、第 1 の基板に対向して配置され、可動反射膜（1 0 1）に対応する位置に静電力を付与する透明電極（2 0 3）を形成した光を透過する第 2 の基板（2）と、第 1 の基板及び第 2 の基板によって画定されて可動反射膜の揺動範囲を制限する空洞部（2 0 4）とを備える。基板の一部によって可動反射膜を形成し、基板間の空隙によって可動反射膜の揺動範囲を決めることにより、高耐久性、高精度の光変調器が得られる。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 0 8 7 6 6
受付番号	5 0 3 0 0 0 6 3 3 8 2
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0 0 9 0
作成日	平成 1 5 年 1 月 1 7 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成 15 年 1 月 16 日
-------	------------------

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 0 8 7 6 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 3 6 9]

1 . 変 更 年 月 日

1 9 9 0 年 8 月 2 0 日

[変 更 理 由]

新 規 登 録

住 所

東 京 都 新 宿 区 西 新 宿 2 丁 目 4 番 1 号

氏 名

セ イ コ ー エ プ ソ ン 株 式 会 社